

*Инженерия для освоения космоса***МНОГОКАНАЛЬНАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАЛЛЕТ**

Костина М.А.

Научный руководитель: Евтушенко Г.С., профессор, д.т.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: mariyakostina91@mail.ru

**MULTI-CHANNEL ACOUSTIC TESTING SYSTEM OF PALLET**

Kostina M.A.

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Evtushenko G.S.

Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: mariyakostina91@mail.ru

*В статье представлена структурная схема системы контроля паллет. Приведены результаты экспериментальных исследований по контролю геометрических размеров поддона. Полученные расчетные значения сравниваются с нормированным значением и при отклонении за пределы допуска, паллета бракуется. Программное обеспечение позволяет отображать полученные результаты в виде 3D изображения поверхности поддона, для визуального наблюдения оператором на экране монитора.*

*The paper presents the block diagram of automatic sorting system pallets. The results of experimental studies of control of geometrical dimensions of the pallet are given. The calculated values are compared with a normalized value and, if there is a deviation beyond the tolerance, the pallet is rejected. The software allows you to display results in the form of 3D images of the surface of the pallet, for visual observation by the operator on the monitor screen.*

Современное производство любой продукции включает в себя стадии транспортировки от одной технологической операции к другой. Наиболее распространен конвейерный тип транспортировки, однако на заключительном этапе (этап погрузки готовой продукции в транспортное средство), как правило, используют электропогрузчики [1], которые перемещают готовую продукцию, уложенную на паллеты [2]. А вот целостность паллет, отсутствие посторонних предметов на них до сих пор не контролируется. Использование поврежденных паллет или паллет, на которых остались посторонние предметы, приводит к неправильному расположению готовой продукции, возможному ее повреждению при погрузке или транспортировке. Что влечет дополнительные издержки производства, увеличивает ее себестоимость, снижает репутационный рейтинг предприятия.

Комплексная оценка качества паллет с целью выявления всех дефектов и незамедлительное принятие правильного решения для их устранения представляют собой сложную задачу для оператора, не вооруженного необходимыми приборами или средствами. Автоматизированных систем контроля и управления, которые бы позволяли с высокой скоростью выявлять разного рода дефекты, контролировать габариты поддонов и осуществлять выборку только качественных паллет в настоящее время - нет.

Авторами была разработана система автоматической сортировки паллет, структурная схема которой представлена на рис. 1.

Информация о высоте паллеты поступает с блока ультразвуковых датчиков через коммутатор в микроконтроллер. Блок ультразвуковых датчиков закреплен неподвижно, а сканирование осуществляется путем перемещения паллеты относительно блока ультразвуковых датчиков. Из полученных данных микроконтроллер формирует пакет и пересылает его в персональный компьютер. Персональный компьютер производит обработку данных, определяет высоту поддона в первом положении паллеты. Затем ПК выдает команду на передвижение паллеты на один шаг, который может варьироваться в пределах от 10 мм до 10 см в зависимости от требуемой точности и выполняемой задачи. После этого новая информация поступает с

блока ультразвуковых датчиков через коммутатор в микроконтроллер и затем в ПК. Для уменьшения объема передаваемых данных используется сжатие информации [3].



Рис. 1. Структурная схема автоматической сортировки паллет

После окончания сканирования паллеты, ПК проводит анализ полученных данных и выдает сообщение на экран монитора о годности или негодности паллеты для информирования оператора. Кроме того ПК формирует пакет данных для управления исполнительными устройствами перемещением паллеты. В зависимости от результата контроля это может быть механизм №1 (для паллет имеющих высоту в пределах допуска) или механизм №2 (для паллет имеющих высоту за пределами допуска). Бракованные паллеты отправляются на ремонт или утилизацию в зависимости от состояния.

Алгоритм сортировки паллет включает расчет высоты паллеты в 15 точках поперек паллеты и от 12 до 120 точек (в зависимости от выбранного шага сканирования) вдоль паллеты за счет передвижения паллеты по конвейеру [3]. Высота паллеты определяется из выражения [4]:

$$h = \frac{t \cdot v}{2}, \quad (1)$$

где  $h$  – измеряемое расстояние,  $t$  – время, затраченное акустическим сигналом и  $v$  скорость акустического сигнала в данной среде.

Так как ультразвуковая волна проходит путь от излучателя до отражателя и обратно, т.е. двойное расстояние, то в знаменателе появилась двойка. С учетом того, что скорость распространения акустического сигнала в воздухе зависит от влажности, давления и температуры, то сначала в отсутствии паллеты, полученные данные о времени распространения акустического сигнала до конвейерной ленты используются для определения скорости распространения ультразвуковых колебаний, а затем рассчитанная скорость используется в формуле (1) для определения расстояния. По найденному расстоянию до паллеты вычисляем ее высоту:

$$h_n = h_{полн} - h(2)$$

где  $h_n$  – высота паллеты,  $h_{полн}$  – расстояние до конвейерной ленты, в отсутствии паллеты,  $h$  – расстояние до паллеты.

Для повышения точности определения времени распространения ультразвукового импульса, применен алгоритм описанный в [5]. После определения высоты паллеты во всех заданных точках производится сравнение расчетного значения с нормированным значением и если будет обнаружен выход расчетного значения за пределы допуска, то вырабатывается сигнал «БРАК» и паллета бракуется. Полученные данные о высоте поддона используются для графической реконструкции поверхности паллеты

с целью визуального наблюдения оператором за параметрами паллеты на экране монитора [6]. Пример псевдо трехмерного изображения поверхности паллеты приведен на рис. 2.

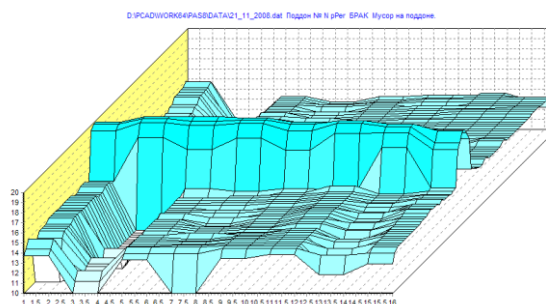


Рис. 2. Результат реконструкции псевдообъемного изображения поверхности паллеты

На рис.2 видно наличие постороннего предмета на поверхности паллеты, поэтому был выработан сигнал «БРАК», который отображен на надписи выше изображения паллеты. Кроме того, на этой надписи указан номер паллеты, и файл, в котором эти данные будут сохранены.

В соответствии с результатами оценки качества паллеты и данными измерений геометрических параметров, паллеты при обнаружении брака или при обнаружении перекоса, сбрасываются в сортировочные карманы, а оператор услышит звуковой сигнал. Паллеты, которые соответствуют нормам, движутся дальше по конвейеру для дальнейшей укладки на него груза.

Использование подобных автоматизированных систем контроля качества и габаритов поддонов позволяет увеличить выход годовой продукции и уменьшить число занятых на этой операции людей. Такие системы могут быть интегрированы в любую линию сортировки поддонов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тройнин М.Ф. Электрокары и электропогрузчики [Электронный ресурс]. 1967. URL: <http://www.bibliotekar.ru/7-elektrokary-elektropogruzchiki/index.htm> (дата обращения 21.09.2015)
2. ГОСТ Р ЕН 13018-2014 Контроль визуальный. Общие положения.— Введ. 2015-07-01. — М.: Стандартинформ, 2015. — 8 с.
3. Yurchenkov V.A., Soldatov A.I., Soldatov D.A. An application of the compressive sampling method for compressing and processing acoustic signals// Russian Journal of Nondestructive Testing. 2013. Т. 49. № 11. С. 631-635.
4. I. Bolotina, M. Dyakina, M. Kröning, F. Mohr, K. M. Reddy, A. Soldatov, Y. Zhantlessov. Ultrasonic arrays for quantitative nondestructive testing an engineering approach. // Russian Journal of Nondestructive Testing, 2013, Volume 49, Issue 3, pp 145-158.
5. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник. М.: Машиностроение, 2003, 656 с.
6. Soldatov A.I., Seleznev A.I., Soldatov A.A., Sorokin P.V., Makarov V.S. Estimation of the error when calculating the arrival time of a detected echo-signal// Russian Journal of Nondestructive Testing. 2012. Т. 48. № 5. С. 268-271.
7. Kvasnikov K.G., Soldatov A.I., Bolotina I.O., Krening K.M., Potapenko A.A. The use of geometrical acoustics for the solution of visualization problems//Russian Journal of Nondestructive Testing. 2013. Т. 49. № 11. С. 625-630.